

Nina Ikävalko

# Tekstuurien suunnittelu low poly –malleille

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Medianomi (AMK)  
Viestinnän koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
7.5.2012

Tekijä(t) Otsikko	Nina Ikävalko Tekstuurien suunnittelu low poly -malleille
Sivumäärä Aika	32 sivua 7.5.2012
Tutkinto	Medianomi (AMK)
Koulutusohjelma	Viestinnän koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	3D-animointi ja -visualisointi
Ohjaaja(t)	Lehtori Jaro Lehtonen
<p>Opinnäytetyössä pohditaan tekstuurien suunnittelua ja niiden toteuttamistekniikoita low poly 3D-malleja varten. Pohdinnassa korostuu tekstuurien visuaalisen estetiikan miettiminen, niiden tekeminen peliteollisuutta varten ja reaaliaikaisen tietokonegrafiikan huomiointi. Työssä käydään läpi asioita, jotka vaikuttavat tekstuurien suunnitteluprosessiin ja se esittelee muutaman teksturointitekniikan kuvallisten esimerkkien avulla. Tavoitteena on antaa low poly -mallien teksturoimisesta kiinnostuneille vasta-alkajille käsitys siitä, mitä eri työvaiheita teksturointi pitää sisällään ja miten lähteä suunnittelemaan omia tekstuureja. Opinnäytetyössä kerrotaan myös tekijän omasta low poly -projektista, jota tekijä hyödyntää opinnäytetyössään kuvallisten esimerkkien kautta.</p> <p>Pohdinnassa tiedonlähteinä on käytetty ensisijaisesti verkkodokumentteja, sillä ne pysyvät paremmin ajan harjalla verrattuna painettuun kirjallisuuteen. Haettu tieto on pyritty etsimään tuoreista lähteistä, joista suurin osa on englanninkielistä. Tämän takia suoraa referoimista on pyritty välttämään ja lähteistä saatu informaatio on pyritty esittämään suomen kielellä.</p> <p>Lopputuloksena syntyi osaksi opas aloitteleville teksturoijille ja osaksi kirjallinen pohdinta tekijän omasta näkemyksestä ja suhtautumisesta low poly -grafiikkaan.</p>	
Avainsanat	low poly, tekstuurit, teksturointi, Photoshop

Author(s) Title	Nina Ikävalko Designing textures for low poly models
Number of Pages Date	32 pages 7 May 2012
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Media
Specialisation option	3D Animation and Visualisation
Instructor(s)	Jaro Lehtonen, Senior Lecturer
<p>The Thesis reflects on how to approach making textures for low poly 3D models. Thinking about texturing from an aesthetic point of view is emphasized along with making textures for the games industry and real-time computer graphics. The Thesis covers subjects that are important to take into consideration before and during the texturing process and presents a few texturing techniques with illustrated demonstrations. The aim of the Thesis is to give the beginners interested in texturing low poly models an impression of various workflows and how to design their own textures. The Thesis also provides some information about the Author's personal low poly project, which is related to many of the illustrated examples.</p> <p>The sources of information are primarily web documents because they are generally more up to date compared to the printed literature. An effort was put into finding information from recent sources, most of which have been written in English. Direct quotes are kept to minimum and the information is presented in Finnish.</p> <p>The Thesis functions as a guide for new texture artists and as a written reflection of the Author's own stance and views regarding low poly graphics.</p>	
Keywords	low poly, textures, texturing, Photoshop

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn lähtökohtia	1
1.2	Keskeisiä käsitteitä	2
1.3	Teksturointiin liittyvän oman projektin esittely	4
2	Low polysta yleisesti	5
2.1	Mikä on low polyn merkitys?	5
2.2	Low poly -grafiikka 2010-luvulla	7
3	Tekstuurin tyyli ja suunnittelu	8
3.1	Mallin koko näyttölaitteella	8
3.2	Kuvakulma ja UV-kartan vaikutus suunnitteluun	8
3.3	Valaistusolosuhteet ja mallin ympäristö	10
3.4	Sopivan tekstuurikoon hahmottaminen	11
3.5	Muita lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä	12
3.5.1	Smoothing groups	12
3.5.2	Ohjelmistojen gamma-asetukset	12
4	Uniikit ja saumattomat diffuse-tekstuurit	13
4.1	Esimerkki tekstuurin tekemisestä low poly -hahmolle	16
4.2	Saumattomien tekstuurien tekeminen	21
4.2.1	Saumaton tekstuuri piirtäen	21
4.2.2	Saumaton tekstuuri valokuvasta	24
4.3	Tekstuuri ja 3D-malli konseptikuvituksesta	24
5	Muita tekstuurityyppejä	25
5.1	Alpha (transparency)	25
5.2	Normal- ja bump-kartat	26
5.3	Specular	27
5.4	Displacement map	28
6	Mietteitä hyvän teksturiartistin ominaisuuksista	28
7	Pohdintaa	30
	Lähteet	32

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn lähtökohtia

Tämän opinnäytetyön aiheena on teksturoinnin suunnittelu low poly -malleille. Kirjoitelman näkökanta ja käytännön esimerkit painottuvat peligrafiikan puolelle, sillä peliteollisuus on ala, jolla low poly -grafiikalla on erityisen paljon kysyntää. Opinnäytetyön aihe lähti käyntiin omasta kiinnostuksestani videopeleihin ja kauan jatkuneesta innostuksesta piirtämiseen ja maalaustaiteeseen. Hyödynnän paljon digitaalisen piirtämisen ja maalaamisen taitoja teksturoidessani low poly -malleja. Ennen opinnäytetyön tekemistä olin toiminut melkein vuoden Junior Game Artistina suomalaisessa peliyrityksessä, jossa työtoimenkuvani koostui pitkälti konseptitaiteen tekemisestä, 3D-mallien teksturoinnista ja 3D-malleista renderöityjen kuvien jälkikäsittelystä.

Opinnäytetyössä käydään läpi muutamia teksturointiin liittyviä työvaiheita, joissa käytetään Autodesk 3ds Max ja Adobe Photoshop -ohjelmia. Pyrin kuitenkin siihen, että kirjoitelman teoriaa voi hyödyntää myös näiden ohjelmien ulkopuolella. Koska teksturointiin liittyviä erilaisia työtapoja ja vaiheita on niin paljon, että niistä voisi koota kokonaisen kirjan, tämän opinnäytetyön aiheen käsittely rajautuu pääosin diffuusi- ja alpha-tekstuureihin. Näiden tekstuurien tarkoitus on antaa malleille värit, yksityiskohtia ja kontrolloida mallien läpinäkyviä alueita. Muiden tekstuurityyppien, kuten normal-, specular- ja bump-karttojen käytöstä mainitaan, mutta low poly -mallin yleisilmeen kannalta ne eivät mielestäni ole aivan yhtä oleellisia kuin diffuusi- ja alpha-kartat, vaan pikemminkin antavat mallille loppusävyksen.

Toivon, että opinnäytetyöstäni on käytännön hyötyä ihmisille, joita kiinnostaa pohdiskeleva katsaus low poly -grafiikkaan. En väitä, että esiintuomani työtavat olisivat ainoita oikeita, mutta ne ovat tapoja, jotka olen omalla kohdallani kokenut hyödyllisiksi ja saanut niillä mielestäni aikaan varsin hyviä lopputuloksia.

## 1.2 Keskeisiä käsitteitä

Työssä käytetään paljon 3D-alan termistöä, joista kirjoitelman ymmärtämisen kannalta olen listannut alle tärkeimmät. Osaa termeistä tarkennetaan lisää myöhemmissä kapaleissa.

**Topologia** - 3D-mallin reunalinjojen (engl. edges) muodostama järjestys ja virtaus mallia pitkin. Voidaan tutkia wireframen kautta.

**Wireframe** - esitystapa mallista, joka näyttää topologian rautalankamaisena verkkona.

**Low poly** – viittaa 3D-malliin, jonka topologia on harvaverkkoinen (suhteellisesti verrattuna high poly –malliin).

**UV-kartta** - mallin topologiaan perustuva 2D-kuva, joka määrittää, miten tekstuuripinta käyttäytyy mallin pinnalla.

**Tekstuuri** - mallin ylle puettu kuva, voidaan kutsua myös kuvakartaksi.

**Alustasovellus** - esimerkiksi web-selain, iPad ja älypuhelin ovat alustasovelluksia.

**Layer** - tässä opinnäytetyössä viittaa Photoshopin työtasoon. Kuvankäsittelyssä työtiedosto voi koostua yhdestä tai useammasta tasosta, joita voidaan muokata erikseen. Esimerkiksi työtiedoston alimmalla tasolla voi olla kuvan taustaväri ja sen päällä toinen taso, johon on piirretty kuva hahmosta.

**Verteksi** – 3D-grafiikassa viittaa pisteeseen, jolla on tilan suuntaan liittyviä attribuutteja.

**Edge** – verteksien välille muodostuva linja, suomennettuna tarkoittaa reunusta.

**Polygon** - kolmen tai useamman verteksin muodostama geometrinen pinta, eräänlainen pintapala.

**Diffuusi-tekstuuri (engl. diffuse)** – viittaa tavallisesti tekstuuriin, joka määrittää 3D-mallin pinnan värimaailman. Voi pitää sisällään eri värisävyjä ja niiden kirkkausasteita. Usein tärkein tekstuurityyppi low poly -mallien lopputulosta ajatellen.

**Alpha-tekstuuri** - viittaa tekstuuriin, jonka avulla malli tai sen osa voidaan renderöidä läpinäkyvänä materiaalina. Samaa tarkoittaa yleensä myös englanninkielinen termi transparency map.

**Normal- ja bump-kartat** - tekstuurityyppejä, joilla saadaan aikaan illuusio epätasaisesta tekstuuripinnasta, vaikka mallin geometria olisi sileä.

**Specular-tekstuuri** - kontrolloi valon heijastamia huippukohtia mallin pinnalla.

**Renderöinti/renderointi** - tarkoittaa kuvan luomista mallista tietokoneohjelman avulla. Malli on datasta muodostuva ohjelmallinen kuvaus usein kolmiulotteisesta objektista. Se voi sisältää tiedot mm. geometriasta, katselukulmasta, tekstuurista sekä valaistuksesta. Tuloksena oleva renderoitu kuva on bittikarttagrafiikkaa. (Wikipedia, 2012d)

**Reaaliaikainen tietokonegrafiikka** - grafiikkaa, jota alustasovellus tuottaa ja analysoi reaaliajassa. Visuaaliset tuotokset, joiden halutaan olevan interaktiivisia käyttäjän kanssa, hyödyntävät reaaliaikaista tietokonegrafiikkaa. Käytetään tunnetuimmin videopelien tuotannossa.

### 1.3 Teksturointiin liittyvän oman projektin esittely

Kerron lyhyesti projektista, jota hyödynnän opinnäytetyössäni varsin paljon erilaisten teksturointiin liittyvien esimerkkien avulla. Projekti oli minulle myös tärkeä pohdinnan apuväline, sillä se helpotti aiheeseen perehtymistä käytännön kokeilujen kautta.

Projektini lähtökohtana oli, että halusin tehdä low poly -grafiikalla viehättävän kulissin, toisin sanoen pienen näyttämön, jonka voisi tyyliinsä puolesta kuvitella olevan osa virtuaalista pelimaailmaa. Lisäksi halusin luoda persoonallisen hahmon, joka oleskelee kulississa (Kuvio 1). Projektin haasteen muodosti se, ettei minulla ollut erityisen paljoa kokemusta grafiikan optimoisesta. Optimoinnin kiteyttää ajatus siitä, että pitäisi tuottaa mahdollisimman paljon mahdollisimman pienillä resursseilla. Projektini suunnittelu-prosessi lähti käyntiin luonnoksien tekemisellä hahmosta ja kulissista, sekä etsimällä Internetissä minua inspiroivaa, low poly -grafiikkaan liittyvää kuvamateriaalia. En kokenut työskentelyä vain kanavana kehittää teknistä osaamista, sillä työskentelyyn liittyi alusta loppuun paljon luovaa ajattelutyötä. Kun minulla oli alustava idea siitä, millaista visuaalista ilmettä kohti haluan viedä projektini, lähdin mallintamaan hahmoa ja kulissia. Ennen teksturointivaihetta etsin Internetissä paljon tietoa low poly -mallien teksturoimisesta, jotta työskentelyni myöhemmin olisi suoraviivaisempaa. Tiedonlähteisiin lukeutui muun muassa paljon tutoriaaleja teksturoinnista ja artikkeleita eri tekstuurityyppien käyttämisestä. Lisäksi tiedonhakuun sisältyi sellaisten 3D- ja pelialaan liittyvien keskustelukanavien ja blogien seuraamista, joilla muut ihmiset esittelevät omien töidensä kehittymistä ja työvaiheita kuvin ja sanoin.





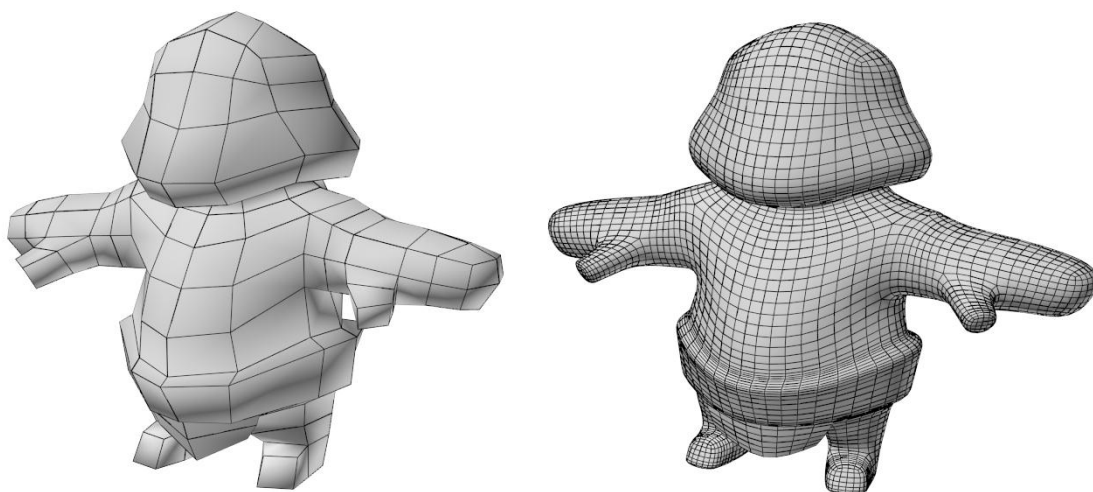
Kuvio 1. Renderöity kuva low poly –projektistani ilman taustaa.

## 2 Low polysta yleisesti

Yritän ensin tarkemmin avata termiä low poly, koska se on niin oleellinen käsite opin- näytetyössäni.

### 2.1 Mikä on low polyn merkitys?

Termi viittaa yleensä 3D-malleihin, joiden topologia koostuu pienestä määrästä polygoneja, tai mallin topologia on kokonaisuudessaan harvaverkkoinen. Käsite on suhteellinen, koska ei ole tarkkaa rajanvetoa sille, mikä määrä polygoneja 3D-mallilla voi olla, jotta se luokitellaan low polyksi. Low polyn vastakohta on high poly, jossa topologian määrä on korkea ja mallin wireframe näyttää tiheäverkkoiselta (Kuvio 2). Esimerkiksi arkku voi muodostua vain 6 polygonista, kun taas pelihahmossa voi olla 600 polygonia ja molemmat saatetaan luokitella nykyään low poly -malleiksi.



Kuvio 2. Esimerkki mallista, jonka topologia on vasemmalla low poly ja oikealla high poly. High poly -versio on tuotettu vain havainnollistamaan eroa harvaverkkoisen ja tiheäverkkoisen wireframen välillä.

Low poly -termiä käytetään paljon puhuttaessa reaaliaikaan pyörivien sovellusten, esimerkiksi videopelien, grafiikasta. Mitä enemmän mallissa on polygoneja, sitä kauemmin alustasovelluksella kestää reaaliajassa renderöidä kuvaa, mikä hidastaa sovelluksen toimintaa. Elokuvatuotannossa tätä ongelmaa ei ole loppukäyttäjien kannalta, mikä mahdollistaa suuren topologiamäärän käytön realistisen yksityiskohtaiseen lopputulokseen asti. Mikäli katsottava kuvamateriaali, esimerkiksi animaatioelokuva, on renderöity etukäteen, kuvataajuus pysyy loppukäyttäjällä nopeana, koska tuotosta katsotaan videotiedostomuodossa. Kuvataajuus, jota kehysnopeudeksikin kutsutaan, tarkoittaa näyttötekniikassa ja tietokonepeleistä puhuttaessa näytölle sekunnissa piirrettyjen kuvien määrää. Termiin viitataan usein sen englanninkielisellä lyhenteellä FPS, eli Frames Per Second.

Low poly -malleilla pyritään optimoimaan sovelluksen suorituskykyä grafiikan pyörittämisessä. Määreenä termi on tapauskohtaisesti sidonnainen niin kutsuttuun polygon budgettiin, joka rajaa sen, kuinka paljon polygoneja voidaan renderöidä samanaikaisesti reaaliajassa ilman, että kuvataajuus olennaisesti kärsii. Polygon budgetin muodostavat pelimoottorin tai renderöintitekniikan ja tietokoneen suorituskyvyn luomat rajoitteet.

## 2.2 Low poly -grafiikka 2010-luvulla

Monille low poly tuo visuaalisella puolella ensin mieleen vanhat Nintendo-pelit, kuten Super Mariot ja vanhimmat Zeldat. Low poly -grafiikka saatetaan aluksi mieltää menneen talven lumeksi, koska tietotekniikka on kehittynyt tukemaan todella raskasta reaaliaikaankin pyörivää high poly -grafiikkaa, mutta tosiasiaa sille löytyy yhä paljon kysyntää. Low poly -grafiikka ei rajoitu ainoastaan peleihin, vaan myös pelien ulkopuolisiin käyttöliittymiin ja lumemaailmoihin (engl. virtual worlds), joilla pyritään havainnollistamaan esimerkiksi jonkinlaista ympäristöä, kuten suunnitteilla olevan rakennuksen sisätilaa. Yhteistä näille on se, että niiden on pyörittävä varsin kevyillä alustasovelluksilla, kuten Internet-sivustolla tai pienillä käsilaitteilla.

1990-luvulla videopelaamisen tapahtumaketju oli yleensä tämänkaltaisen: peli ostettiin erikseen kaupasta, minkä jälkeen se asennettiin tietokoneelle tai sitä pelattiin tietokoneella tai pelikonsolilla suoraan CD-levyltä. 2000-luvulla ja erityisesti 2010-luvulta eteenpäin pelaamisen luonne on muuttunut paljon monimuotoisemmaksi. Myös yhteiskunnan suhtautuminen pelaamiseen ylipäättävästi on muuttunut käyttäjäkunnan kasvaessa. Yhä enemmän ihmisiä pelaa pelejä suoraan Internet-selaimilla ilman erillistä asennusprosessia tai pienillä käsilaitteilla, kuten älypuhelimilla ja iPadeilla. Huomattavaa on, ettei pelaaminen ole enää vain innokkaiden tietokoneharrastajien ajanviete. Sen sijaan, että ihmiset jäisivät pelaamaan moneksi tunniksi ison pöytätietokoneen ääreen, pelaamista tapahtuu yhä enemmän hetkittäisesti. Ihmiset saattavat käyttää pelaamiseen vain muutaman minuutin kerrallaan esimerkiksi työ- tai koulumatkalla ja ruokatunnilla. Low poly -grafiikkaa hyödynnetään paljon uudemmilla alustasovelluksilla, joilla pelejä ja muita sovelluksia halutaan käyttää nopeasti ilman pitkiä latausaikoja, joita yleensä ilmenee high poly -grafiikalla tehdyissä interaktiivisissa tuotoksissa.

Lisäksi olen henkilökohtaisesti huomannut, että vuonna 2012 low poly -mallien esittely on yhä hyvin yleistä pelialan portfolioissa, mikä osaltaan myös tukee käsitystäni siitä, ettei se ainakaan toistaiseksi ole kuoleva tai turha käsityötaito.

### 3 Tekstuurin tyyli ja suunnittelu

Low poly -grafiikassa ei nykyään ole tapana tavoitella hyvin fotorealistista lopputulosta, vaan sen grafiikka on usein tyyliä ja sarjakuvamaista. Low poly -mallin topologian on tarkoitus kattaa vain välttämättömät edget eli reunat mallille halutun muodon, siluetin ja mahdollisesti animaation välittämiseksi. Tekstuurilla voidaan kuitenkin tehdä yksinkertaisestakin muodosta mielenkiintoinen katsoa ja antaa mallille lisää syvyyttä. Teksturoinnilla voidaan yksityiskohtien kautta luoda illuusio siitä, että hahmo on monimutkaisemmin toteutettu kuin se todellisuudessa on. Kekseliäisyys tällä saralla ihastuttaa minua suuresti.

#### 3.1 Mallin koko näyttölaitteella

Ennen tekstuurin tekemistä kannattaa tietenkin tarkastella jo mahdollisesti olemassa olevaa 3D-mallia, jonka päälle teksturi aiotaan pukea, ja miettiä mallin käyttötarkoituksia. Jos kyseessä on hahmo tai muu malli peliprojektia varten, kuinka läheltä loppukäyttäjä pääsee loppujen lopuksi mallia tutkimaan? Mikäli on tiedossa, että malli tulee näytöllä olemaan hyvin pieni, pienet yksityiskohdat tekstuurissa eivät luultavasti erotuisi edukseen. Päinvastoin ne saattavat tehdä mallin pinnasta epäselkeän ja vaikeasti luettavan. Mallin koko näyttölaitteella, esimerkiksi tietokoneen monitorilla, tulisi ottaa huomioon mietittäessä tekstuurin yksityiskohtien määrää ja kokoa. Mitä pienempi malli on, sitä paremmalta kokonaisvaltaiselta, selkeä pinnat näyttävät. Mitä isompi malli on, sitä enemmän on varaa antaa sille yksityiskohtia, kuten rypytyksiä vaatteisiin, naarmuja haarniskaan ja niin edelleen. Nyrkkisääntönä sanoisin, että tekstuurin on hyvä olla selkeä pienessäkin koossa.

#### 3.2 Kuvakulma ja UV-kartan vaikutus suunnitteluun

Myös suunniteltu kuvakulma, josta mallia tullaan katsomaan, on hyvä ottaa huomioon tekstuuria suunniteltaessa ja kuvakulma mahdollisesti selittää, miksi mallin UV-kartta on toteutettu tietyllä tavalla. Esimerkiksi peliyrityksissä tekstuurien tekijä ei aina itse tee 3D-malleja, vaan ne saattaa toteuttaa erillinen mallintaja, joka myös tuottaa mallien UV-koordinaateista kuvat ja antaa ne tekstuurien tekijälle. UV-koordinaateista tehty-

jä kaksiulotteisia kuvia kutsutaan UV-kartoiksi. UV-kartta edustaa hahmon topologiaa; se on kuin mallin pinnasta nyljetty talja, jonka päälle voidaan piirtää. Se on voitu jakaa moneen eri palaseen, kuten päähän, yläkehoon, käsivarsiin ja jalkoihin. Palaset eivät välttämättä ole 1:1 koossa toisiinsa nähden. Mikäli mallia tullaan tarkastelemaan lähinnä lintuperspektiivistä, eikä mallin pohja ole yhtä tärkeä kuin mallin yläosa, teksturointia varten mallin yläosalle on voitu antaa enemmän piirtotilaa alaosaan verrattuna.

Tekstuuri voi joissain mallin kohdissa olla täysin yksivärinen. Sellaisten kohtien UV-koordinaatit on voitu kutistaa hyvinkin pieneksi ja sijoittaa tekstuurin pienen yksivärisen alueen päälle. Tällä tavoin pyritään optimoimaan piirtämiseen käytettävää pinta-alaa. Yksivärisellä alueella ei näy sellaista rosoista venymistä, mitä tapahtuisi erisävyyksien pikselien välillä tekstuurialueen ollessa todella pieni suhteessa mallin kokoon (Kuvio 3).



Kuvio 3. Jos yllä olevaa mallia pääsisi tarkastelemaan vain sen yläpuolelta, ei haittaa, vaikka mallin jalkapohjat olisivat yksivärisiä ja niille varattu piirtotila tekstuurikartassa erittäin pieni.

Hahmon ollessa kyseessä usein eritoten päälle ja kasvoille on varattu runsaasti piirtotilaa, koska kasvot tai pää ovat tavallisesti tärkeä osa hahmon persoonallisuuden luomisessa ja sen välittämisessä katsojalle. Kasvonpiirteet merkitsevät meille ihmisille paljon - kiinnitämme niihin suuresti huomiota todellisessa elämässä ja ihmisistä otettuja valo-

kuvia tarkastellessamme. Tämä psykologinen johtopäätelmä selittää, miksi esimerkiksi tekstuurikartassa hahmon kasvojen koko voi olla moninkertainen verrattuna jalkapohjiin tai sisäkämmeniin, vaikka itse 3D-mallissa ero ei olisi yhtä suuri. Näin tekstuuri on tarkempi ja laadukkaampi mallin alueilla, jotka koetaan tärkeämmiksi kuin toiset. Tästäkin tapauksessa kannattaa tosin pyrkiä säilyttämään tasapaino mallin yleisilmeen kannalta. Katsojasta voi olla häiritsevää, mikäli tekstuuri olisi esimerkiksi mallin kasvojen alueella hyvin yksityiskohtainen ja laadukas, mutta siihen verrattuna kehon muu näkyvä tekstuuriala huomattavan rosoinen ja yksitoikkoinen.

### 3.3 Valaistusolosuhteet ja mallin ympäristö

Suunnitellut valaistusolosuhteet ja muut ympäristön tekijät voivat myös vaikuttaa tekstuurien suunnitteluun. Mikäli malli tulee esiintymään tilassa, jossa valaistus vaikuttaa mallin pintaan, kannattaa miettiä, kuinka voimakkaasti valaistusolosuhde vaikuttaa malliin. Onko valaistus himmeä vai kirkas? Kuinka paljon se vaikuttaa mallin muotojen luettavuuteen ja sävyihin? Nämä asiat voivat vaikuttaa siihen, kuinka paljon mallin tekstuuria itseään kannattaa varjostaa. Varjostus kannattaa yleensä pitää varsin kevyenä, jotta hahmo sulautuisi erilaisiin valaistusolosuhteisiin. Varjostuksella hahmolle luodaan hieman lisää syvyyttä, mutta sillä ei välttämättä yritetä antaa vaikutelmaa siitä, että valo heijastuisi hahmon pinnalle voimakkaasti jostakin tietystä kuvakulmasta.

Muita ympäristötekijöitä, jotka voivat vaikuttaa mallin tekstuurin suunnitteluun, ovat ympäristön värit. Millainen värimaailma on, pysyykö se aina samanlaisena vai vaihtuuko se siirryttäessä esimerkiksi pelitilasta toiseen? Mikäli teksturoitava kohde on rekvisiittaan verrattava tavara, jolla koristellaan ympäristöä eikä sillä ole sen kummempaa merkitystä, se voi tyypillisesti sulautua muuhun ympäristöön. Mutta jos kyseessä on pelattava hahmo, pelissä kohdattava vihollinen tai esine, jonka kanssa pelaajan täytyy olla vuorovaikutuksessa, niiden on syytä erottua pelin taustasta helposti. Tämä helpottaa katsojan hahmottamiskykyä siitä, mitä näytöllä tapahtuu.

Esimerkkinä voisi olla peli, jossa pelaajahahmo liikkuu aina vihreää metsämaisemaa vasten. Jos hahmokin olisi vihreä, se saattaisi upota helposti taustaan. Perinteistä vä-

riympyrää katsomalla voi pohtia, miten esimerkiksi vastavärien käyttöä voisi hyödyntää säätelemään, miten paljon katsojan huomiota mallit tai mallien eri osat vetävät puoleensa.

### 3.4 Sopivan tekstuurikoon hahmottaminen

Tekstuurit kannattaa yleensä tehdä suuremmassa koossa kuin tarpeellista ja tallentaa pienempiä versioita esimerkiksi itse peliä varten. Tekstuurin laatu kärsii, mikäli kuvaa joudutaankin suurentamaan.

Mikäli malli on kuvaruudulla aina pienempi kuin 64 x 64 pikseliä, ei uniikin tekstuurinkaan luultavasti tarvitse olla 64 x 64 pikseliä suurempi. Kokeeksi voi tallentaa tekstuurista erikokoisia versioita, joiden perusteella voidaan päättää, mikä resoluutio riittää kuvan laadun kannalta. Joskus täytyy tehdä kompromisseja grafiikan pyörittämisen suorituskykyyn vaikuttavien tekijöiden takia ja tekstuurien tekijän täytyy kestää se, ettei tekstuuri välttämättä lopputuotoksessa esiinny yhtä tarkkana kuin se voisi olla alkuperäistä, suurempaa resoluutiota käytettäessä (Kuvio 4).



Kuvio 4. Tekstuuri 3D-mallin päällä resoluutioissa 32 x 32, 64 x 64, 128 x 128 ja 256 x 256 (pikseliä).

### 3.5 Muita lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä

Tuon alla esiin muutamia muita asioita, jotka vaikuttavat siihen, miltä tekstuuri näyttää mallin pinnalla.

#### 3.5.1 Smoothing groups

Low poly -grafiikka on visuaalisesti kulmikkaampaa kuin high poly -grafiikka johtuen mallien harvaverkkoisesta topologiasta. Siitä huolimatta low poly -mallit eivät välttämättä näytä hyvin palikkamaisilta. On olemassa keinoja, joilla harvaverkkoinenkin topologia voidaan saada näyttämään varsin pehmeältä.

Mallin jokaisella verteksillä on ainakin yksi verteksinormaali (engl. vertex normal), joita käytetään polygonkolmion valon suunnan kontrolloimisessa (Polycount Wiki, 2011). Jos normaali osoittaa valoon päin, kolmio on kokonaan valaistu. Jos normaali osoittaa pois päin valosta, kolmiota ei valaista. 3ds Maxissa smoothing groupien käyttö mahdollistaa polygonien kovien reunojen näyttämisen pehmennettyinä. Ohjelma tekee tämän rikkomalla verteksien normaaleja polygonien reunoja pitkien erilaisilla smoothing group-määrittelyillä.

#### 3.5.2 Ohjelmistojen gamma-asetukset

Gamma-asetukset aiheuttavat usein päänvaivaa teksturoijille sekä muille kuvankäsittelijöille. Monet eivät ymmärrä mistä johtuu, että joskus tekstuurin sävyt tai kirkkausasteet näyttävät poikkeavilta 3D-ohjelmassa verrattuna kuvankäsittelyohjelmaan. Sävyt voivat näyttää haaleammilta tai tummemmilta ja monet eivät pureudu itse ongelmaan vaan kiertävät sen muokkaamalla tekstuureja niin, että lopputulos näyttää halutulta, tai käsittelemällä renderöityä tuotosta jälkeinpäin. Useissa tapauksissa ohjelmille pitäisi edeltävien kiertoteiden sijaan suorittaa gammakorjaus. Gammakorjauksen avulla korjataan kuvantamisjärjestelmien ja näyttölaitteiden epälineaarisuuksia ja kontrastieroja. Tyypillisesti gammakorjaus on tarpeen, kun halutaan että kuva näyttää samanlaiselta sekä kuvaruudulla että paperitulosteena. (Wikipedia, 2012.)



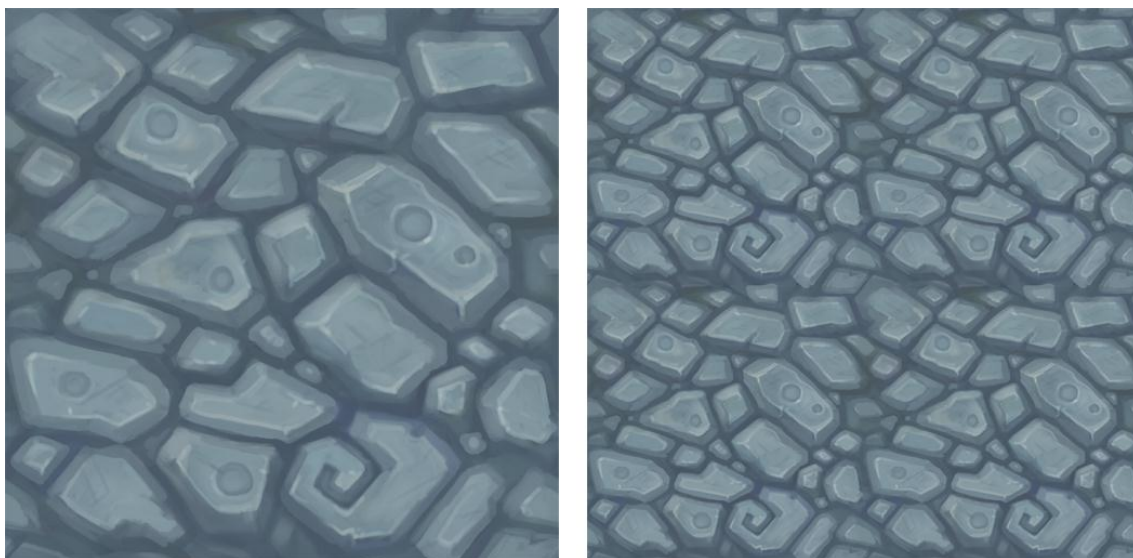
Mikäli työtiedostoja on tarkoitus vaihtaa esimerkiksi monihenkisessä projektissa eri henkilöiden välillä, gammakorjauksen merkitys korostuu. Gammakorjauksen voi yleensä suorittaa 3D-ohjelman sisällä ja korjauksen voi suorittaa sekä sisään tuotavalle että ulos renderöitävälle kuvamateriaalille tai vain toiselle niistä. 3ds Max 2012 -ohjelmassa gammaan liittyviä asetuksia voi muuttaa customize-valikon preferences-asetuksista kohdasta gamma and LUT. Projektien alussa kannattaakin tarkistaa, että kaikkien koneilla on mahdollisimman samankaltaiset gamma- ja väriprofiiliasetukset. Joskus tekstuuri voi näyttää liian tummalta jonkun toisen henkilön näytöllä, toisen taas liian haalealta. Olisi hyvä, että kuvat näyttävät kaikilla työskentelyyn käytettävillä koneilla mahdollisimman samankaltaisilta. Gammakorjaus tulee kuitenkin suorittaa vain yhdessä kohtaa tuotantolinjaa, jotta vältytään kaksinkertaiselta gammakorjaukselta. Lähtökohteisesti kaikkien RGB-kuvien, joissa on 8 bittiä värikanavaa kohden, voidaan olettaa olevan gammakorjattu (Fleet, David.). Jos jo valmiiksi gammakorjattu kuva renderöidään 3D-ohjelmassa gammakorjauksen kanssa, tekstuurista tulee liian vaalea. Tämän voi korjata tummentamalla tekstuuria ennen renderöintiä ja sitä kutsutaan käänteiseksi gammakorjaukseksi (engl. degamma).

#### **4 Uniikit ja saumattomat diffuse-tekstuurit**

Uniikilla tekstuurilla viitataan tekstuuriin, joka on tehty juuri tiettyä mallia varten. Se piirretään yleensä UV-karttaa edustavan kuvan päälle tai maalataan suoraan mallin pinnalle toimintoa tukevan ohjelman sisällä. Mallin UV-saumojen, jotka aiheutuvat UV-kartan erillään olevien palojen ulkoreunoista, piilottaminen on helpompaa maalattaessa suoraan mallin pinnalle. Kuitenkin monet tekstuuriartistit suosivat yhä litteän kuvapinnan päälle maalaamista ja piirtämistä. Näiden eroa voisi mielestäni kuvailla siten, että toinen tekniikka muistuttaa pienoismallin maalausta ja toinen taulun tekemistä. Uniikkien tekstuurien käyttö on yleistä pelihahmoilla ja esineillä, joiden yksilöllinen ja persoonallinen ulkoasu on tärkeä.

UV-karttojen ja niille uniikkien tekstuurien tekeminen esimerkiksi ison peliympäristön tai jonkin muun virtuaalimaailman kaikille objekteille on kuitenkin työlästä. Projektista riippuen voi harkita saumattomien tekstuurien hyödyntämistä eri malleilla. Saumatto-

malla tekstuurilla tarkoitetaan tekstuurikuvaa, jonka reuna-alueet sulautuvat toisiinsa kun kuvaa toistetaan vierekkäin ja/tai pystysuunnassa (Kuvio 5). Saumattoman tekstuurin havainnollistamista voi helpottaa mielikuva siitä, että jos paperinen tekstuurikuva rullattaisiin sylinterin muotoon, sen vasemman ja oikean reunan kuviot samaistuvat toisiinsa ilman huomattavaa reunaviivaa.



Kuvio 5. Esimerkki saumattomasta tekstuurista.

Saumattomat tekstuurit ovat siitä käteviä, että samaa tekstuuria voidaan käyttää usealla eri mallilla. Joissakin tapauksissa niitä voidaan tehdä jo ennen kuin tekstuuria käytävä 3D-malli on olemassa. Saumatonta tekstuuria käyttävästä mallista ei myöskään tarvitse erikseen tuottaa tekstuurin tekijälle UV-karttaa. Teksturi voidaan suunnitella ympäristöstä tehtyjen konseptikuvitusten perusteella, minkä jälkeen mallin UV-koordinaatit suunnitellaan tekstuurikuvan päälle 3D-ohjelmassa. Tähän työtapaan minut tutustutti ensimmäisen kerran Niko Mäkelä, joka työskenteli 3D-mallintajana ja animaattorina samassa peliyrityksessä, jossa olin töissä vuonna 2011. Hän on myös kiinnostunut low poly –grafiikasta ja kirjoittanut aiheeseen liittyviä englanninkielisiä artikkeleita, joita voi lukea osoitteessa [CGMascot.com](http://CGMascot.com).

Tekstuurin ei välttämättä tarvitse olla saumaton kaikkiin suuntiin, vaan joskus riittää, että ne ovat saumattomia vain vaaka- tai pystysuunnassa. Reaaliaikaan pyörivässä grafiikassa käytettyjen tekstuurien tulee aina olla resoluutiossa, joka on kahden potenssissa. Mikäli kuvan leveys ja korkeus eivät ole kahden potenssissa, tuhlautuu gra-

fiikkaprosessorin suorituskykyä, koska sovellus joutuu pakottamaan tekstuurin muotoon, jossa se on kahden potenssissa. Tämän lisäksi tekstuurstusta saattaa tulla venytettyä tai supistettuna huonolaatuisemman näköinen kuin alkuperäinen kuva.



Kuvio 6. Etualan pyöreähkön 3D-mallin UV-koordinaatit on suunniteltu 3D-ohjelman sisällä keskellä olevan puutekstuurin tekemisen jälkeen. UV-koordinaattien avulla määritetään, kuinka teksturi levittäytyy mallin pinnalle. Sama on tehty muille kuvassa oleville malleille.

Tekstuurin ei aina ole välttämätöntä olla nelikulmio, vaan tekstuurin resoluutio voi olla esimerkiksi 64 x 128 pikseliä. Kuvio 6 sisältää kuvan tekemästani puutekstuurstusta, jonka korkeus on suurempi kuin leveys ja se on leveyssuunnassa saumaton. Tein tekstuurin siksi tähän resoluutioon, että se on suunniteltu hyödynnettäväksi erityisesti malleilla, joiden korkeus on suurempi kuin leveys. Se tyydyttää malleja varten tarvitsemani tekstuuritarpeen ja jos teksturi olisi ollut neliö, eli leveyssuunnassa puolet suurempi, minun olisi täytynyt käyttää enemmän aikaa tekstuurin kuvapinta-alan täyttämiseen ilman pakottavaa syytä. Saumattomia tekstuureja voi oivaltavasti käyttää useilla eri 3D-malleilla levittämällä mallin UV-koordinaatit eri tavoin tekstuurikuvan päälle (Kuvio 7).



Kuvio 7. Esimerkki saumattomasta tekstuurista, jota on käytetty kahden eri mallin teksturointiin. Näin on välttytty kahden erillisen tekstuuritiedoston tekemiseltä. Ylhäällä kirkkaaksi sävytetty alue viittaa siihen malliin, jonka UV-koordinaatit ovat alapuolella kyseessä.

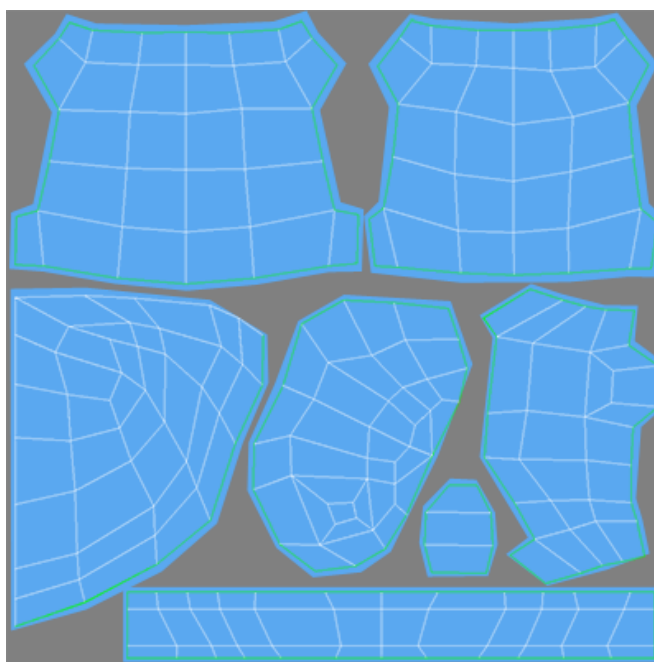
#### 4.1 Esimerkki tekstuurin tekemisestä low poly -hahmolle

Esittelen seuraavaksi yhden tavan luoda diffuusi-tekstuuri low poly -hahmolle. Diffuusi-tekstuuri on vanhin 3D-grafiikan tekstuurityyppi ja voi yksinkertaisimmillaan muodostua litteästä väripinnasta ilman varjostusta ja yksityiskohtia. Itse yhdistän siihen usein piirrettyjen yksityiskohtien lisäksi kevyen varjostuksen. Työtavassa, jonka tulen esittelemään, tekstური tehdään UV-kartan pohjalta Adobe Photoshop -ohjelmassa. Uusimpiin Photoshop-versioihin on mahdollista saada lisäosa, jonka avulla voi maalata suoraan 3D-mallin pinnalle. Siitä huolimatta vielä yhäkin tekstuureja suunnitellaan paljon vanhemman kaavan mukaan, jossa tekstური tehdään erillisenä 2D-kuvana ja jota tarkastellaan väliajoin 3D-ohjelman puolella, jotta nähdään, miltä se näyttää mallin päällä.

Teksturointiprosessi lähtee usein käyntiin sillä, että kuvankäsittelyohjelmaan tuodaan UV-koordinaatteihin perustuva 2D-kuva, eli UV-kartta. Kuten aiemmin on mainittu, UV-kartta on kuin hahmosta tehty talja. On mielestäni hyvä pitää tekstuurin työtiedosto reilusti isossa koossa ja tallentaa siitä lopuksi esimerkiksi peliä varten pienempi versio. Mikäli tekstuuria joudutaankin yllättäen suurentamaan, heikentää se kuvan laatua tehden siitä epäterävemmän näköisen. Huonossa tapauksessa tekstuuria joudutaan retusoimaan tai se pitää tehdä kokonaan uudelleen. Poikkeuksena tekstuuri, joka on tehty kokonaan vektorigrafiikalla - vektorigrafiikkaa voi skaalata molempiin suuntiin laadun heikentymättä. Isossa koossa myös yksityiskohtien tarkkuus on helpommin hallittavissa pikselitasolla. Minulla itselläni on tapana tehdä tekstuurit puolet suurempaan kokoon kuin oletan tarpeelliseksi lopullista tuotosta varten. Jos oletan, että 512 x 512 pikselin tekstuuri on riittävän tarkka tekstuuriresoluutio hahmolle, teen tekstuurin yleensä kokoon 1024 x 1024 pikseliä. Lisäksi työtiedosto kannattaa aina tallentaa tiedostotyyppinä, joka ei kadota kuvaan liittyvää informaatiota. Työtiedostojen pitäminen esimerkiksi Adoben luomassa psd-tiedostomuodossa on suosittua ja monet erilaiset kuvankäsittely- ja 3D-ohjelmat osaavat lukea tämän tiedostotyyppin.

Sen sijaan, että koko diffuse-tekstuuri piirrettäisiin yhdelle ainoalle taustalle, kannatan useampien layerien, eli työskentelytasojen, hyödyntämistä. Miettisin aluksi, miten tekstuurikartasta voisi tehdä sellaisen, että sen eri osia voi tarvittaessa melko helposti käsitellä uudelleen. Henkilökohtaisesti pidän yleensä kuvan taustan, hahmon pohjavärin, varjostukset ja yksityiskohdat pitkään omilla tasoillaan ja maalauksellista jälkeä tavoitellessani yhdistelen tasoja tarpeen tullen, jotta lopputulos ei näyttäisi liian tekniseltä. Jos tasoja on monia kymmeniä, voi pelkkä niiden organisointi ja jonkin omalla tasollaan olevan yksityiskohdan, värin tai tehosteen etsiminen olla vaivalloista ja heikentää keskittymistä itse visuaaliseen ulkoasuun.

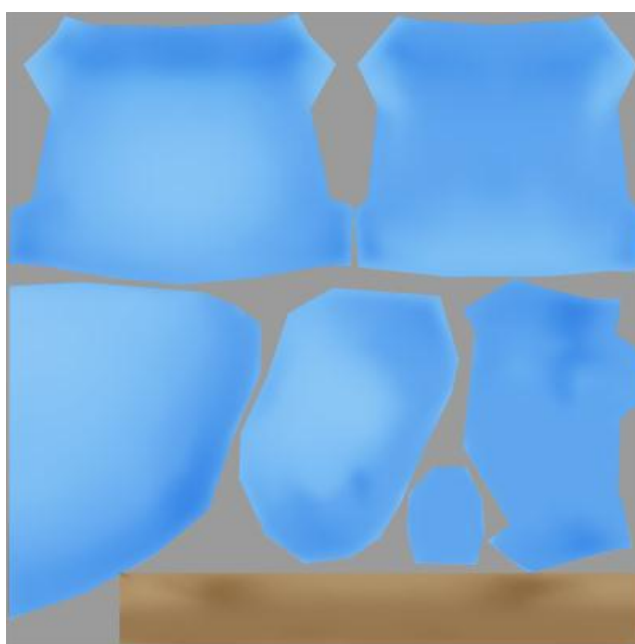
Koen henkilökohtaisesti hyväksi sen, että tekstuurikuva itsessään on selkeä ja että eri palaset erottuvat toisistaan ja taustasta. Väriteoriaa ajatellen pidän taustavärin usein melko neutraalin harmaana, ettei taustavärin sävy vaikuta työskennellessäni kovin paljoa siihen, miten näen mallin pinnalle tarkoitetut värialueet. Vaalean sininen väri ja sen kirkkausasteet näyttävät kovin erilaisilta kirkkaan keltaista taustaa vasten kuin mustaa taustaa vasten. Aluksi minulla on tapana käyttää Photoshopin vektorityökaluja, joista pen toolilla piirrän UV-kartan mukaiset pohjapalat omalle tasolle (Kuvio 8). Nämä palat edustavat yleensä mallin pohjaväriä, jonka päälle varjostus ja yksityiskohdat rakennetaan. Pohjapaloista on hyvä tehdä hieman UV-kartan paloja suuremmat, sillä varsinkin jos tekstuuria lopuksi pienennetään, saattaa teksturi hieman vuotaa UV-kartan ulkoreunojen yli 3D-mallin päällä, jolloin se saattaa napata mukaan hieman taustaväriä.



Kuvio 8. Pen tool -työkalulla tehdyt pohjapalat.

On makuasia, käsitteleekö seuraavaksi hahmon varjostuksen vai yksityiskohdat. Henkilökohtaisesti muokkaan yleensä molempia samaan aikaan, koska haluan nähdä jo varhaisessa vaiheessa tekstuurin luoman yleisvaikutelman. Jos mahdollista, 3D-ohjelmasta voi tuoda hahmosta erikseen renderöidyn kuvan, joka toimii alustavana varjokarttana, mutta jota muokataan käsin myöhemmin. Varjokartan voi tuottaa esimerkiksi 3ds Maxissa render to texture -työkalun avulla, joka ottaa huomioon 3D-tilan valon, joka tässä

esimerkkitapauksessa oli asetettu hahmon yläpuolelle. Hahmolla ei tätä ennen ollut päällä kuin väritön standard-tekstuuri. Kuvankäsittelyohjelmassa varjokartta asetettiin uudelle tasolle aiemman litteän väritason päälle ja layer style -menun sisältä löytyvästä blending mode -asetuksesta tason tyyppiä määritettiin vivid light ja tason läpinäkyvyydeksi 10 % (Kuvio 9). Blending mode vaikuttaa siihen, miten tason värit ja kirkkausasteet sekoittuvat alapuolisten tasojen värien ja kirkkausasteiden kanssa. Blending modeja on paljon erilaisia ja päädyin vivid lightiin vain siksi, että se sopi siihen visuaaliseen tyyliin jota hahmolle halusin rakentaa.



Kuvio 9. Vivid Light -moodissa oleva varjotaso 10 % läpinäkyvyydellä pohjavärien päällä. Tätä ennen hahmon vyötä edustavan alueen pohjaväri oli muutettu sinisestä ruskeaksi.

Seuraavaksi minulla on hahmoa teksturoidessani tapana siirtyä pinnan koristeluvaiheeseen, aloittaen isommista muodoista ja jatkaen pienempiin yksityiskohtiin (Kuvio 10). Esimerkkitapauksen hahmo pohjautuu konseptikuvaan, jonka olin piirtänyt ennen teksturointia. Konseptikuvan olemassaolo nopeuttaa usein itse teksturointiprosessia, kun tietää jo ennen teksturointiin ryhtymistä, mitä on tavoittelemassa.





Kuvio 10. Otoksia tekstuurikartasta teksturointiprosessin aikana. Mallille lisättiin teksturointiprosessin aikana pieni lisäke vyön alle. Hahmosta tuotettiin uusi UV-kartta jossa lisäke oli otettu huomioon. Lisäkkeen teksturi sijoitettiin pienelle alueelle pään viereen. Se ei vaikuttanut muiden palojen sijoitteluun, minkä takia tekstuuria ei tarvinnut tehdä alusta uudelleen.



Kuvio 11. Valmis diffuse-teksturi puettuna mallin ylle.



## 4.2 Saumattomien tekstuurien tekeminen

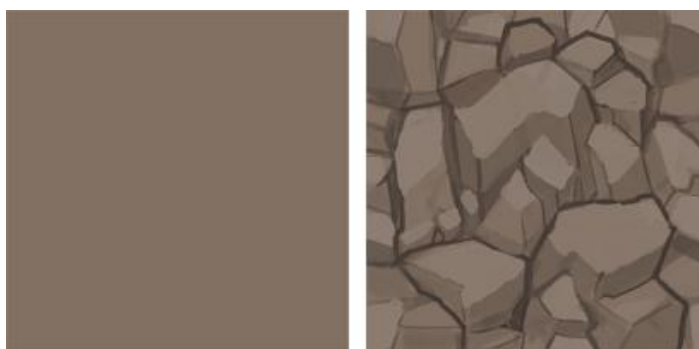
Saumattoman tekstuurin tekotapaan vaikuttaa tekstuurin visuaalinen tyyli (maalauksellinen vai vektorimainen) ja se, onko kuvapinta epäsäännöllisen orgaaninen vai säännöllisen geometrisen näköinen.

### 4.2.1 Saumaton teksturi piirtäen

Käyn seuraavaksi läpi esimerkin, jota voisi hyödyntää maalauksellisen tekstuurin, kuten tietyn tyyppisen kivimateriaalin, tekemisessä Photoshop-ohjelmassa.

Ennen varsinaisen piirtotyön aloittamista etsin Internetistä mallikuvia siitä, minkälaiselta kivipinta voisi suunnilleen näyttää. Aavikon kuivassa kivimateriaalissa on erilainen tuntu kuin kostean, rehevän aarniometsän kivimateriaalissa. Hyvä sivusto erilaisten materiaalipintojen tutkimiseen on muun muassa CGTextures.com.

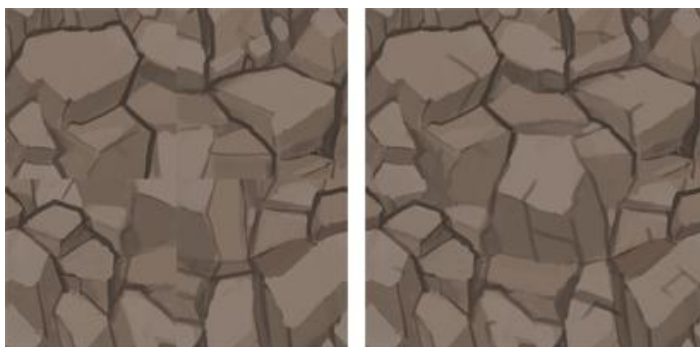
Koen työskentelyäni helpottavan, että annan aluksi tekstuurille pohjavärin, jonka kirkkausaste ei ole hyvin vaalea eikä hyvin tumma, vaan melko neutraali. Näin voin hahmottaa tekstuurin syvyysvaikutelmaa jo heti alussa kirkkausasteen molempiin suuntiin sen sijaan, että työskentelisin sävyjen kanssa yksisuuntaisesti valkoisesta tummaan tai hyvin tummasta vaaleaan. Käytänkin aluksi vain noin kolmea huomattavasti erilaista kirkkausastetta, joilla hahmotan kivilohkareiden perusmuodon (Kuvio 12).



Kuvio 12. Taustaväri ja perusmuotojen hahmotus muutamalla eri kirkkausasteella.

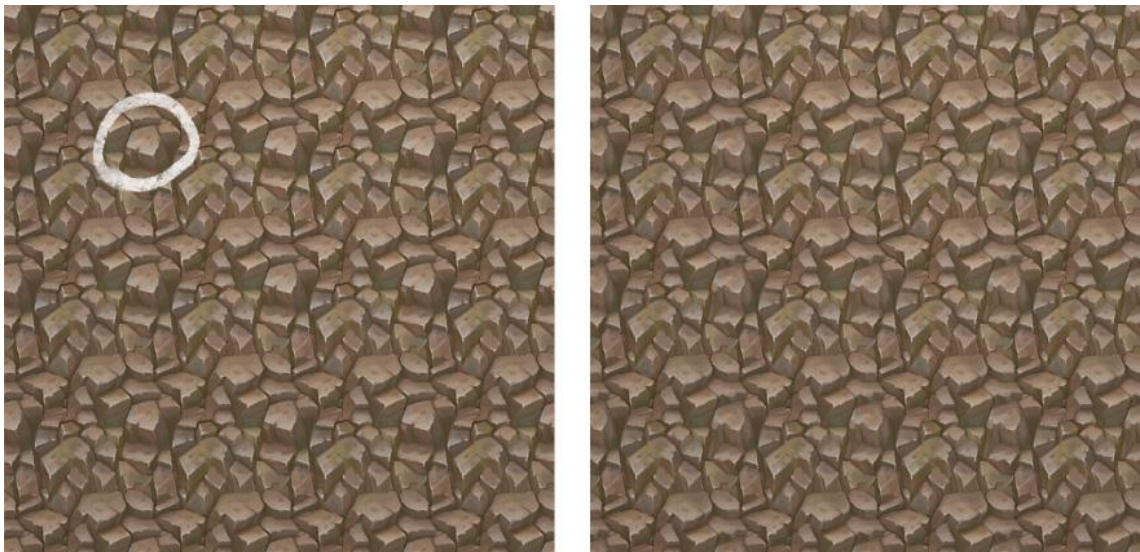
Kun olen melko tyytyväinen tekstuurin pinnanmuotojen perusrakenteeseen, käytän Photoshopin offset-työkalua apuna tekstuurin tekemisessä saumattomaksi (Kuvio 13). Offset-työkalulla kuvan reunoja on mahdollista siirtää haluttu pikselimäärä vaak- ja

pystysuuntiin kuvan resoluution sisällä. Näin voi nähdä saumakohdat, joita muodostuu, kun tekstuuria asetetaan vierekkäin. En halua, että tekstuurissa näkyy teräviä saumakohtia, vaan offsetin käytön jälkeen yritän piilottaa niiden esiintymistä maalaamalla niiden päälle. Tämän jälkeen siirryn yleensä yksityiskohtaisempaan työskentelyyn. Hyvän saumattoman tekstuurin tekeminen voi vaatia offset-työkalun käyttöä useaan kertaan työprosessin aikana.

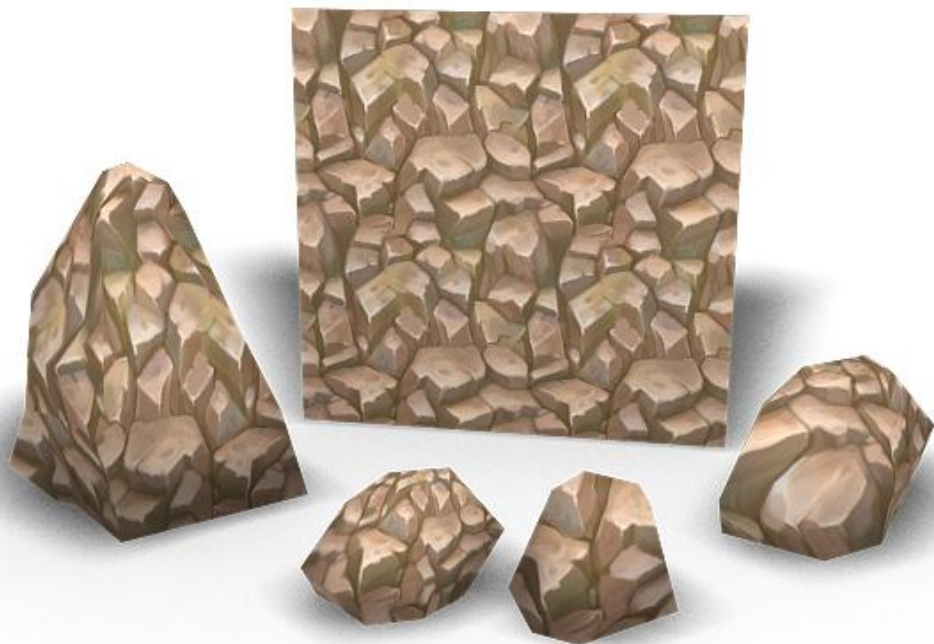


Kuvio 13. Vasemmanpuoleisessa kuvassa reunat on siirretty keskelle Offset-työkalulla. Oikealla saumat on maalattu piiloon.

Tekstuuria on tietenkin hyvä tarkastella työprosessin aikana myös 3D-ohjelman puolella, sillä tekstuurissa voi olla jokin yksityiskohta tai alue, joka toistuu häiritsevästi katsojan silmään, kun tekstuuria toistetaan paljon vierekkäin (Kuvio 14). 3D-ohjelmassa voi tehdä vaikkapa yhden polygonin levyn, liittää tekstuuri siihen ja katsoa, miltä tekstuuri näyttää perspektiivissä vierekkäin monistettuna.



Kuvio 14. Vasemmanpuoleisessa tekstuurissa on yksityiskohta, joka nousee häiritsevästi esille tekstuuria vierekkäin toistettaessa. Oikeanpuoleisessa versiossa ongelmakohtaa on pyritty muokkaamaan vähemmän häiritseväksi.



Kuvio 15. Valmis kivitextuuri kokeellisesti puettuna muutaman low poly -mallin päälle. Renderydyssä kuvassa teksturi näyttää aiempaa kirkkaammalta siksi, että 3D-tilassa oli päällä malleihin vaikuttava valaistus.

Tekstuurin voi muokata suoraan valokuvastakin tai maalata sen päälle, mutta mielestäni persoonallisemman näköistä jälkeä saa aikaan itse maalaamalla tekstuuri kuvankäsittelyohjelmalla käyttäen valokuvia ideoinnin apuvälineenä. Valokuvista tehtyjä ja käsin piirrettyjä tekstuureja kannattaa käyttää yhdessä harkiten, koska niitä voi olla vaikea saada näyttämään tyyllisesti yhtenäiseltä. Siksi tuotoksen visuaalinen tyyli kannattaa miettiä jo aiemmin ennen teksturointiprosessia.

#### 4.2.2 Saumaton tekstuuri valokuvasta

Mikäli tekstuurin haluaa kuitenkin tehdä valokuvasta, valokuvamateriaalia joutunee muokkaamaan reilusti kuvankäsittelyohjelmassa. Usein valokuvasta rajataan haluttu alue, joka toistetaan tekstuurissa, eikä alkuperäistä valokuvaa käytetä kokonaisuudessaan.

Valokuvassa voi esiintyä kameran linssin aiheuttamia optisia virheitä, kuten väripoikkeamia, pinnanmuotojen kuparuutta ja koveruutta eli valokuvan linjojen kaartumista ulospäin tai sisäänpäin (Wikipedia 2012a). Näiden virheiden korjaamiseen suosittelen alustavasti Photoshopin lens correction -työkalua, joka löytyy filter-valikon distortiosiesta. Lens correctionilla voi nopeasti poistaa perspektiiviin liittyviä vääristymiä ja laajentaa tai venyttää reuna-alueita. Toinen hyödyllinen työkalu nopeiden perspektiivimuutoksien tekemiseen, kuten tiiliseinän linjojen suoristamiseen, on transform-moodi, jossa kuvatasoa voi skaalata, kääntää, peilata ja vääristää haluttuun suuntaan.

Aiemmin mainitsemani CGTextures-sivusto on hyvä materiaalihakemisto teksturoijille myös sen takia, että siellä on paljon valokuvamateriaalia, jossa esimerkiksi perspektiiviin liittyvät vääristymät on korjattu jo valmiiksi käyttäjiä varten.

#### 4.3 Tekstuuri ja 3D-malli konseptikuvituksesta

Mikäli harrastaa konseptikuvien tekemistä 3D-malleja varten, voi tiettyjen mallien tapauksessa lyödä kaksi kärpäästä yhdellä iskulla siten, että suunnittelee konseptikuvan sellaiseen perspektiiviin, että sitä voisi myöhemmin hyödyntää mahdollisesti myös teks-

tuurina. Tämä toimii lähinnä esineillä, joiden molemmat puolet voivat olla samanlaiset. Mallinnus voidaan tehdä konseptikuvaa hyväksikäyttäen, samoin mallin UV-koordinaattien määrittäminen.

Tämä tapa tuottaa tekstuurin 3D-mallille ei kuitenkaan ole ihanteellinen reaaliajassa pyörivää grafiikkaa varten, koska tekstuurikartta ei yleensä ole tarpeeksi kompakti. Hyödynnettävän kuvapinta-alan suhde tyhjiin kuva-alaan on ehkä iso. Esimerkiksi pelejä varten tehtyjen tekstuurien kuvapinta-ala pyritään käyttämään optimoidusti hyödyksi ilman, että tekstuuriin jää paljon tyhjää tilaa. Siksi UV-kartassa malli on usein jaettu moniin eri palasiin, jotka voidaan teksturoida.

Mielestäni tätä tapaa teksturoida voisi pikemminkin hyödyntää beauty shot -tyyppisissä projekteissa, joissa vain halutaan esitellä mallin visuaalinen ilme tai kokeilla nopeasti, miltä konseptikuvan mukainen objekti vaikuttaisi 3D-mallina.

## **5 Muita tekstuurityyppejä**

### **5.1 Alpha (transparency)**

Alpha-tekstuurilla, alpha-kartalla ja transparency-kartalla viitataan tekstuuriin, jolla voidaan määrittää polygonipinnan läpinäkyvyyttä. Käyttämällä alpha-tekstuuria esimerkiksi reikien tekoon mallin pinnalla voidaan säästää paljon polygoneja mallin topologiaverkossa, koska reikiä ei tarvitse erikseen mallintaa. Alpha-karttaa käytetään yleisesti sellaisilla 3D-malleilla tai mallien osilla, jotka ovat litteitä, eli niillä ei varsinaisesti ole paksuutta. Näitä voisi olla esimerkiksi ruoho ja hahmolla oleva viitta. Näyttäisi oudolta, jos alpha-kartta avaisi vaikkapa hahmon mahaan reiän, josta voi nähdä mallin sisäpuolisen topologian - hahmo vaikuttaisi ontolta. Vastaavassa tapauksessa reikä kannattaisi pikemminkin mallintaa, jotta vaikutelma mallin massasta säilyy.



Kuvio 16. Esimerkki diffuse- ja alpha-tekstuurin yhdistelmästä.

Mikäli diffuse-tekstuurin piirroksen pitää omalla työtasollaan Photoshopissa, voi alpha-tekstuurin tehdä nopeasti siten, että muuttaa kuvan taustaväri mustaksi, minkä jälkeen valitaan piirroksen työtaso ja layer styles -valikon kautta värjätään piirrosalue valkoiseksi color overlayn avulla. Näin alpha-tekstuuria ei tarvitse piirtää erikseen, jos sen halutaan seuraavan samoja äärilinoja kuin diffuse-tekstuurin piirros. Kun tekstuuri liitetään malliin opacity mappina 3ds Maxissa, on musta alue on kokonaan läpinäkyvä ja valkoinen ei-läpinäkyvä. Myös monet muut 3D-ohjelmat osaavat lukea läpinäkyvyyden vastaavilla väriarvoilla.

Mikäli käyttää yllä olevaa tekniikkaa, diffuse-tekstuurin taustaväri kannattaa usein olla lähellä kuvion värimaailmaa siltä varalta, että alpha-tekstuurin reunat vuotavat kuvion ääriviivojen ulkopuolelle. Tällä estetään se, ettei mallille synny oudon värisiä reunoja. Reunojen vuotoa estämään voi lisäksi tehdä alpha-tekstuurin näkyvästä alueesta muuttaman pikselin pienemmän. Pari tapaa tehdä tämä nopeasti ilman erillistä käsin piirtämistä on käyttää layer styles -valikosta löytyviä strokes- tai inner shadow -efektejä. Efektien väri voidaan määrittää mustaksi ja käyttää niitä simentämään ulkoreunoja.

## 5.2 Normal- ja bump-kartat

Normal- ja bump-kartat ajavat samaa asiaa: ne simuloivat vaikutelmaa yksityiskohtaisesta 3D-pinnasta muokkaamalla varjostuksen näyttämään siltä kuin pinnanmuodoilla olisi enemmän perspektiiviä kuin mallin geometria oikeasti kattaa. Low poly -malleilla

käytettynä niillä pyritään välttämään suuren polygonmäärän luominen. Esimerkkinä golf-pallon painaumat, vaatteiden rypyt ja viitteet eläimen lihaksistoon.

Koska menetelmä muokkaa vain tapaa, jolla pikselit varjostetaan, se ei luo oikeita heit-tovarjoja, jotka vaikuttaisivat muihin objekteihin eikä se muokkaa mallin siluettia. Jokin tietty kamerakulma voi paljastaa, että pinnan geometria on oikeasti sileä, vaikka se useimmista katsomakulmista katsottuna vaikuttaa epäsileältä.

Termejä kuulee joskus käytettävän aivan kuin ne olisivat synonyymejä, mutta niillä on tiettyjä eroavaisuuksia. Bump-kartta on tekstuuri, joka pitää sisällään tiedon pikselien suhteellisesta korkeusintensiteetistä kameran kuvakulmaan nähden ja se voi olla mustavalkoinen bitmap-kuva. Normaalikartta, joka on muunnelmä bump-kartasta puolestaan määrittää normaalien suunnan suoraan RGB-arvoilla ja ne ovat tarkempia kuin bump-kartat. RGB-arvot viittaavat väriarvoihin punainen, vihreä ja sininen. Vaikka tarkkuus on parempi, huonona puolena on, että normal-karttoja, toisin kuin bump-karttoja, on vaikea piirtää käsin.

Tavallinen normal-kartan workflow on, että ensin mallinnetaan hyvin yksityiskohtainen 3D-malli, josta generoidaan normal- ja/tai bump-kartta. Sen jälkeen 3D-mallista tehdään low poly -versio, johon teksturoinnin yhteydessä kartta liitetään.

### 5.3 Specular

Specular-tekstuuri kontrolloi valon heijastamia huippukohtia mallin pinnalla. Tekstuuri tekee tämän yleensä säätelämällä huippukohtien kirkkautta pikselitasolla. Mikäli ohjelman shader eli varjostin tukee RGB-arvoja, specular-tekstuuria voi käyttää myös värittämään valon huippukohtia, mikä on hyödyllistä kun halutaan esittää monimutkaisemmin heijastelevaa pintamateriaalia kuten metalleja.

## 5.4 Displacement map

Displacement-karttaa kutsutaan myös korkeuskartaksi (engl. height map). Sillä viitataan harmaasävytekstuuriin, jolla projektoidaan high-poly mallista generoituja yksityiskohtia low poly -mallin pinnalle.

## 6 Mietteitä hyvän teksturiartistin ominaisuuksista

Low poly -grafiikkaa on ehkä tekniseltä kannalta helppo toteuttaa, mutta visuaalisesti hyvännäköisen lopputuloksen aikaansaamiseksi sekä teksturoijalla että mallintajalla tulisi olla vahva taiteellinen näkemys muodon ja värien suhteen. Pohdin lopuksi ominaisuuksia, joista on teksturiartistille paljon etua.

Ensinnäkin henkilöllä on hyvä olla piirtämisen ja maalaustaiteen perusteet hallinnassa. En tarkoita, että henkilön pitäisi olla tietoinen öljyväritekniikoista tai rakennusten piirtämisestä oikeaan perspektiiviin. Tärkeämpää on taito kuvakerronnan, värien ja yksityiskohtien yhdistämisessä loogiseksi ja tyylikkääksi kokonaisuudeksi. Low poly -grafiikassa tekstuurien tekeminen on pitkälti piirtotyötä - ei vain valokuvien ja 3D-ohjelman sisäisten varjostus- ja renderöintitekniikoiden muokkaamista. Taitavalla teksturoijalla on silmää värisommittelulle, ja hän ajattelee usein myös värien symboliikkaa. Hän tiedostaa, miten korostaa tai häivyttää yksityiskohtia, muttei unohda kokonaisvaikutelman merkitystä.

Äskeiseen viitaten sanoisin, että hyvät teksturiartistit ovat usein myös hyviä kuvittajia. Tässä heitä auttaa se, että he ovat usein kiinnostuneita tarkastelemaan erilaisia materiaaleja ja valon käyttäytymistä sekä oikeassa elämässä että mallikuvien avulla. On hyvää harjoitusta piirtää tai maalata tietokoneella esimerkiksi erilaisia puu- ja kivipintoja ja mallikuvia tutkien. Useat käyttävät piirtotyökaluna piirtopöytää hiiren sijaan.

Työelämässä teksturiartistin on hyvä kyetä tuottamaan erityylisiä tekstuureja, mutta myös pitämään tietystä tyylistä kiinni, jotta tuotteen, kuten peliympäristön, visuaalinen ilme pysyy yhtenäisenä. Mikäli esimerkiksi halutaan tuottaa Super Marion tyylistä grafiikkaa, teksturoijan on syytä yrittää pysyä toivotussa tyyliä kiinni eikä lähteä teke-



mään kesken projektin World of Warcraft -pelin näköistä grafiikkaa. Mikäli tekstuurien tekijä kykenee tuottamaan erityylistä jälkeä, se helpottaa varmasti hänen asemaansa työelämässä jossa, hän luultavasti joutuu työskentelemään visuaalisesti erilaisten projektien parissa - näin on ainakin peligraafikoiden tapauksessa. Tietääkseni Suomessa ei usein palkata pelitaloihin henkilöstöä, jonka toimenkuvana olisi vain low poly -mallien teksturointi. Suositaan henkilöitä, jotka ovat kykeneväisiä tekemään myös muuta grafiikkaan liittyvää työtä tekstuurien ohella.

Lisäksi on tärkeää kekseliäisyys liittyen kuva-alan tehokkaaseen käyttöön. Teksturoijan on usein saatava mahtumaan paljon tietoa pieneen tilaan. Teksturoija voi oivaltaa uusia ideoita ja hyödyntää oppimaansa tietoa esimerkiksi mallin ongelmakohtien suhteen. Jos hahmo-mallilla on esimerkiksi kehonosia, jotka venyvät paljon hahmon liikkuesssa, paljon venyville osille ei välttämättä kannata suunnitella tekstuuria, joka viittaa venymättömään materiaaliin, kuten metallihaarniskaan. Toisaalta esimerkiksi hyvin liioittelussa sarjakuvamaisessa grafiikassa realiteeteista ei ehkä kannata huolehtia liikaa, jos niistä poikkeaminen johtaa hauskaan lopputulokseen.

Pelialalla teksturoijan voi olla hyvä tietää myös vähän pelimoottorien ja grafiikkaprosessorin toiminnasta, tai ainakin tiedostaa mihin niitä tarvitaan. Wikipedian mukaan pelimoottori tavallisesti vastaa pelin grafiikasta eli objektien mallintamisesta ja piirtämisestä näytölle, mutta se voi sisältää myös tekoälyominaisuuksia tai fysiikkamallinnusta (Wikipedia, 2012c).

Wikipediassa grafiikkaprosessorista puolestaan kerrotaan, että sen tehtävänä on kiihdyttää ja suorittaa 2D- tai 3D-grafiikan renderointia, joka muuten jäisi keskussuorittimen laskettavaksi. Grafiikkaprosessoreita käytetään sulautetuissa järjestelmissä, matkapuhelimissa, henkilökohtaisissa tietokoneissa ja pelikonsoleissa. (Wikipedia, 2012b.)

## 7 Pohdintaa

Low poly -mallien tekstuurien suunnittelussa ja tekemisessä yhdistyy vahvasti käyttö-tarkoituksen pohtiminen ja visuaalinen ilmaisutaito piirtämisen keinoin. Tunnen ihmisiä, jotka osaavat tehdä todella hienoja 3D-malleja ja teksturoida ne upean fotorealistisen näköisiksi, mutta heidän ilmaisutaitonsa nojautuu enemmän 3D-ohjelman sisäisten varjostustekniikoiden, shaderien, käyttöön yhdistettynä valokuvamanipulaatioon. Se mitä ajan takaa on, että vaikka henkilö kykenisi tuottamaan hienoa high poly - grafiikkaa, se ei automaattisesti tarkoita, että hän osaisi tehdä myös edustavan näköis-tä low poly -grafiikkaa. Tiedostan kyllä, että se, mikä näyttää edustavalta ja tyylikkää-ltä, on hyvin subjektiivista ja mielipidekysymys. Kuitenkin sanoisin, että keskimäärin low poly -grafiikassa tekstuuriartistin oma kädenjälki ja persoonallinen ote näkyy ulos her-kemmin kuin high poly -grafiikassa. Kuten aiemmin kirjoitin, hyvät low poly -artistit ovat usein myös hyviä kuvittajia juuri tästä syystä, sillä low poly -mallit hyödyntävät käsin piirrettyjä yksityiskohtia high poly -grafiikkaa enemmän.

Opinnäytetyö ja siihen liittyvä projekti oli minulle hyvin antoisa kokemus, sillä koen itsenäisesti oppineeni paljon uutta. Opinnäytetyö ei vain opettanut minulle miten teks-turoida low poly -malleja paremmin grafiikan optimoinnin näkökulmasta, vaan se py-säytti minut pohtimaan tarkemmin myös asioita, jotka tekevät tekstuurin visuaalisesta ilmeestä toimivan. Olen varsin tyytyväinen projektini lopputulokseen, mutta samalla ajattelen, että kehitettäviäkin puolia siitä vielä löytyy. Näin jälkikäteen ajatellen minua kiinnostaisi esimerkiksi tutkia, mikä olisi ollut tekstuurien pienin mahdollinen resoluutio, jolla lopputulos näyttäisi yhä hyvältä ja grafiikka pyörisi kevyesti reaaliaikaisessa sovel-luksessa. Tähän minulla ei ikävä kyllä ollut aikaa opinnäytetyötä ja projektia tehdessä. Opinnäytetyön esimerkkikuvissa tekstuurit esitetään mallien pinnalla korkeammassa resoluutiossa kuin ne luultavasti olisivat, jos kyseessä olisi oikeaa peligrafiikkaa. Lisäksi projektini työstäminen olisi ollut nopeampaa, jos olisin valinnut heti alkuun muuttumat-toman kamerakulman ja kameraetäisyyden, joista hahmoa ja kulissia tarkastellaan. Sen sijaan tein projektistani sellaisen, että mallit ja tekstuurit kestävät tarkastelun monista eri kuvakulmista ja monilla eri kameraetäisyyksillä.

Arvioidessani, mihin teksturoinnissa kannattaa käyttää eniten aikaa, minun täytyi ottaa huomioon, että teksturointiprosessi on aina tapauskohtaista. Ei ole yhtä ainoaa ja oike-

aa tapaa teksturoida low poly –malli. Yleispätevästi sanoisin kuitenkin, että tärkeimpiä asioita teksturoinnissa on ensinnäkin se, että visuaalista tyyliä on ajateltu etukäteen. Tämä ehkäisee edestakaisia tyylikokeiluja teksturointiprosessin aikana. Etukäteen tehty hahmotelma tai konseptikuva voi auttaa pitämään kokonaisuuden hallinnassa ja jouduttaa tekstuurien tekemistä, kun on tietty suunta, jota kohti pyrkii. Toiseksi, low poly –mallin teksturoinnissa oleellisimpia teksturoitavia alueita ovat ne, jotka näkyvät eniten suunnitellussa kamerakulmassa. Kolmanneksi kertaan, että eri tekstuurien yhteensopi- vuus toisiinsa nähden on pidettävä mielessä. Tuotoksesta riippuen tekstuurien värikylläisyys, tyyli ja yksityiskohtien määrä on otettava huomioon, sillä eri tekstuurit muodostavat yhdessä isomman kokonaisuuden jonka on yleensä hyvä olla yhtenäinen. Isom- massa projektissa eri tekijöiden kädenjäljen on samaistuttava toisiinsa, ettei kokonai- suus vaikuta pirstaleiselta.

Low poly –grafiikan tulevaisuudennäkymä osoittaa mielestäni siihen suuntaan, että se jatkaa eloaan high poly –grafiikan rinnalla. Uusia low poly –grafiikkaa tarvitsevia ja sitä hyödyntäviä alustasovelluksia ilmestyy vuosittain markkinoille. Low poly –grafiikka on myös erinomainen siitä, että sitä voidaan tuottaa high polyyn verrattuna nopeasti esi- merkiksi projekteissa, joissa trendit tai teemat muuttuvat nopeasti. Esimerkiksi video- peleille tehdään usein vuodenaikoihin tai juhla-aikoihin perustuvia lisäosia, joiden te- kemiseen on käytettävissä vain muutama viikko tai muutama kuukausi. Lisäksi mieles- täni low poly –grafiikassa on oma viehätysvoimansa ja silläkin voidaan tuottaa tuntei- siin vetoavaa jälkeä. Arvelisin, että tuotantoon liittyvät tekniikat voivat muuttua vieläkin yksinkertaisemmaksi ja nopeammiksi. Mutta vaikka tietokoneet tekevät yhä enemmän työtä ihmisten puolesta myös grafiikan tuottamisessa, eivät ne mielestäni päihitä oikei- ta ihmisiä persoonallisen ja puhuttelevan low poly –grafiikan tekijöinä. Päätän opinnäy- tetyöni siihen mietteeseen, että low poly –grafiikka on luultavasti erityisen antoisaa harrastuksena tai työnä sellaisille visuaalisesti luoville ja kekseliäille ihmisille, jotka pitä- vät siitä, että he voivat varsin ripeällä tahdilla tuottaa paljon mielenkiintoista, virtuaalis- ta materiaalia.

## Lähteet

Blender Foundation 2012. Bump and Normal Maps. [Verkkodokumentti]

<[http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.4/Manual/Textures/Influence/Material/Bump\\_and\\_Normal](http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.4/Manual/Textures/Influence/Material/Bump_and_Normal)> (luettu 25.2.2012)

Fleet, David. Linear Workflow: a guide. [Verkkodokumentti]

<<http://www.davidfleet.com/tutorials/linear-workflow>> (luettu 2.3.2012)

Polycount Wiki 2011. Vertex Normal. [Verkkodokumentti]

<<http://wiki.polycount.com/VertexNormal>> (luettu 2.3.2012)

Wikipedia 2012a. Linssi (optiikka). [Verkkodokumentti]

<[http://fi.wikipedia.org/wiki/Linssi\\_\(optiikka\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Linssi_(optiikka))> (luettu 2.3.2012)

Wikipedia 2012b. Grafiikkaprosessori. [Verkkodokumentti]

<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Grafiikkaprosessori>> (luettu 15.3.2012)

Wikipedia 2012c. Pelimoottori. [Verkkodokumentti]

<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Pelimoottori>> (luettu 15.3.2012)

Wikipedia 2012d. Renderointi. [Verkkodokumentti]

<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Renderointi>> (luettu 23.4.2012)